

призначення будівлі, яка потребує утеплення – при відповідних вимогах до внутрішнього середовища промислової будівлі достатнім буде влаштування лише утеплюючого вимощення;

виду фундаменту, що утеплюється – при стовпчастих фундаментах влаштування вертикального поясу утеплення не раціонально.

1.Шаламов Н.П. Универсальным промышленным зданиям – новые типы фундаментов // Промышленное строительство. – 1961. – №6. – С.24-28.

2.Шаламов Н.П., Ильинский В.Г., Савельев А.М. Влияние отмостки на тепловой режим фундаментов и оснований // Промышленное строительство. – 1966. – №7. – С.22-24.

3.Савельев А.М. О размерах теплоизолирующей отмостки // Промышленное строительство. – 1970. – №12. – С.12-15.

4.Смирский Ю.Н. Влияние конструктивной структуры околофундаментной зоны на теплотери через полы по грунту: Дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.01 “Строительные конструкции, здания и сооружения”. – Полтава, 1991. – 133 с.

5.ТСН МФ-97-МО. Проектирование, расчет и устройство мелкозаглубленных фундаментов жилых малоэтажных зданий в Московской области.

6.Бек-Булатов А.И. Морозозащищенные фундаменты мелкого заложения // Строительные материалы. – 2006. – №6. – С.68-69.

7.Семко О.В., Філоненко О.І. Аналіз внутрішніх засобів зменшення тепловтрат підлогою на ґрунті // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). Вип.21. – Полтава: ПолтНТУ, 2008. – С.154-158.

8.Філоненко О.І. Аналіз зовнішніх засобів зменшення тепловтрат підлогою на ґрунті // Строительство, материаловедение, машиностроение // Сб. науч. трудов. Вып.47. – Днепропетровск: ПГАСА, 2008. – С.677-684.

Отримано 16.01.2009

УДК 558.177

Ю.В.ГЛАЗУНОВ, канд. техн. наук

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

КОНСТРУКЦИИ ИЗ СТАЛЬНЫХ ОБОЛОЧЕК, ЗАПОЛНЕННЫХ БЕТОНОМ

Рассматриваются конструктивные формы сталебетонных изделий и особенности их работы в нагруженном состоянии. Исследуются прочность и деформации бетона в конструкциях с внешним армированием. Даны рекомендации по применению конструкций из сталебетона.

Сталебетонный стержень является комплексной конструкцией, состоящей из стальной оболочки и бетонного ядра, которые работают совместно. Такая конструкция обладает многими положительными качествами. Прочность бетонного ядра, стесненного стальной оболочкой как обоймой, повышается примерно в два раза по сравнению с первоначальной.

В результате научных исследований [1-3] установлено, что вместо ожидаемой усадки происходит набухание бетона в оболочке и его расширение, сохраняющееся на протяжении многих лет, что создает благоприятные условия для его работы.

Изоляция бетона от окружающей среды создает лучшие условия для работы данного материала под нагрузкой. Экспериментальные исследования [4, 5] показывают, что в неизолированном бетоне нагрузка вызывает более значительную деструкцию во времени, чем в изолированном. В неизолированном бетоне развитие микротрещин постоянно прогрессирует, у изолированного бетона при том же напряжении оно полностью прекращается в течение 2-3 дней.

В неизолированных образцах нелинейность деформаций ползучести наблюдается на протяжении 20-30 суток, а в изолированных нелинейность исчезает при аналогичных напряжениях в первые 2-7 суток [1].

Сталебетонные элементы используются в нашей стране и за рубежом в качестве стоек и каркасов многоэтажных жилых, общественных, промышленных зданий, при строительстве мостов, путепроводов и транспортных развязок. Во всех случаях по сравнению с железобетоном той же несущей способности снижается себестоимость строительства и на 30-40% уменьшается расход металла.

Существует три типа этих конструкций. Конструкции первого типа состоят из металлической оболочки, заполненной бетоном. Поперечное сечение оболочки может быть круглым или прямоугольным, сваренным из отдельных листов различного профиля, составленным полностью из прокатных профилей или четырех равнобоких уголков и полос [2].

Конструкции второго типа включают в себя оболочку и сердечник внутри бетонного ядра, что предотвращает потерю устойчивости сердечника, который воспринимает до 50% действующей на элемент продольной нагрузки. Сердечник изготавливается из высокопрочных стержней или стальных труб, двутавров, швеллеров, прямоугольной оболочки. Им может служить и бетонная труба.

В конструкциях третьего типа обойма выполняется из гофрированной стали или скрученной по спирали профильной полосы, —здесь оболочка более деформативна. Продольная нагрузка воспринимается бетоном, а оболочка в основном создает поперечное обжатие, увеличивающее прочность бетона [3].

Заполнение стальной оболочки бетоном повышает ее противокоррозионную стойкость, защищая от коррозии ее внутреннюю поверхность, уменьшает гибкость элементов, увеличивает местную ус-

тойчивость стенок трубы, повышает сопротивление оболочки сдавливанию в узлах сопряжения и при ударных воздействиях во время транспортирования и монтажа.

Наружная поверхность сталебетонных элементов примерно в два раза меньше, чем конструкций из профильного проката, – вследствие этого у них меньше эксплуатационные расходы. На цилиндрических поверхностях задерживается меньше пыли и грязи, они активизируют процессы атмосферной коррозии, в результате чего сталебетонные конструкции имеют повышенную коррозионную стойкость [4].

Использование цилиндрических стержней в сооружениях, подверженных ветровым нагрузкам, позволяет снизить эти нагрузки за счет улучшения аэродинамических свойств. Стержень круглого сечения имеет большую устойчивость при одинаковых расчетных длинах. Жесткость на кручение такого стержня значительно выше, чем у стержней открытого профиля. При использовании сталебетонных конструкций не требуется окраска, нет необходимости в металлизации или герметизации внутренних поверхностей оболочек, что очень важно для стальных конструкций, не заполненных бетоном.

Сталебетонные конструкции имеют преимущества по сравнению с железобетонными. Известно, что применение сталебетонных конструкций позволяет экономить сталь при монтаже ферм до 40%, на балки – до 20%, на колонны – 50-70%.

При внедрении стальных конструкций вместо железобетонных, необходимо учитывать условия, в которых они будут эксплуатироваться. Обследованиями установлено, что при повышенных температурах конструкции из железобетона с бетонами обычных марок разрушаются через 5-10 лет вследствие пересушки бетона и дегидратации цементного камня. В агрессивных средах агломерационных фабрик в условиях воздействия мышьяковистого ангидрита были случаи разрушения конструкций за четыре года. Значительная коррозия железобетона в цехах цветной металлургии [5].

В этих и других подобных неблагоприятных условиях рекомендуется применять сталебетон, в котором бетон защищен от агрессивных воздействий стальной оболочкой.

Полная стоимость сооружений из сталебетона значительно ниже стоимости аналогичных железобетонных и стальных на 11-15%. Меньшая масса сталебетонных элементов в сравнении с железобетонными (17-20%) облегчает их транспортирование и монтаж. Сталебетон экономичнее железобетона из-за отсутствия опалубки, кружал, хомутов, отгибов, петель, закладных деталей; он более вынослив, менее подвержен механическим повреждениям. Отсутствие распределитель-

ной и рабочей арматуры позволяет получить более высококачественную укладку жестких бетонных смесей.

Сталебетон и бетон в спиральной обойме дополняют друг друга, каждый из этих конструктивных элементов имеет свою рациональную область применения. Однако существуют следующие недостатки бетона в спиральной обойме:

- сложность изготовления стержней со спиральной обмоткой, требующего специального оборудования;
- ненадежность защитного слоя спирали, так как его разрушение происходит при деформациях $\varepsilon = (150 \div 180) \cdot 10^{-5}$, а предельные деформации элемента составляют $\varepsilon = (400 \div 500) \cdot 10^{-5}$;
- сокращение предельных деформаций в результате введения продольной стержневой арматуры связано с дополнительным расходом стали (15-20%).

Для расчетов тонкостенных коробчатых стержней, заполненных бетоном, необходимо учитывать правильное назначение характеристик прочности бетона. В таких конструкциях бетон работает в условиях объемного напряженного состояния. Под действием осевых сжимающих сил возникает боковое давление, являющееся причиной повышения прочности бетона на сжатие.

Сопротивление, испытываемое бетонной призмой против сдвига в металлической оболочке, – это результат механического взаимодействия между данными материалами. Склеивание коллоидной массы цемента с поверхностью стали создает сцепление между бетоном и сталью. Силы сцепления составляют часть того полного сопротивления, которое оказывает бетон при выдавливании его из металлической оболочки.

Экспериментальные исследования позволили установить предельные нагрузки, при которых бетонные призмы удерживаются в металлических оболочках контактными силами сцепления. При различных способах передачи нагрузок деформации бетонной призмы не оказывали влияния на деформации граничного слоя. Предельную нагрузку определяли по характерной точке на графике, после которой нагрузка уменьшалась и бетонная призма начинала перемещаться в металлической оболочке.

Проверка конструкции на усталость приобретает первостепенное значение, когда она подвергается систематическому воздействию циклических напряжений. Установлено, что части машин и сооружений, подвергающиеся действию переменных нагрузок, иногда разрушаются

при напряжениях, меньших по сравнению с временным сопротивлением и пределом пропорциональности для данного материала.

Как показали эксперименты, в случае действия на колонны периодических сил, приложенных центрально, возникают поперечные колебания, амплитуда которых растет во времени. Причиной появления поперечных колебаний являются начальные несовершенства колонн. Начальное отношение частоты вынужденных колебаний Θ к частоте собственных колебаний ω составляет 1/10.

Под действием продольных периодических сил начальная жесткость колонн и частота уменьшаются. Колонны становятся динамически неустойчивыми, при $\Theta/\omega = 1$ наступает параметрический резонанс. Снижение жесткости объясняется активным проявлением свойств ползучести бетона при вибрационных нагрузках.

При использовании комплекса мер по ускорению твердения бетона (применение высокомарочных и быстротвердеющих цементов, снижение водоцементного отношения бетонной смеси с использованием суперпластификаторов и ускорителей твердения, активация компонентов бетонной смеси и др.) тепловую обработку из технологии производства бетонных изделий можно исключить, что дает значительный технико-экономический эффект.

Применение сталежелезобетонных элементов в зданиях и сооружениях способствует экономии до 28-33% стали по сравнению со стальными и до 11% – с железобетонными конструктивными элементами. Приведенные затраты снижаются в первом случае на 25-30%, во втором – на 45-50%.

1. Грушко И.М., Ильин А.Г., Чихладзе Э.Д. Повышение прочности и выносливости бетона. – Харьков: Изд. объединение «Вища школа» при ХГУ, 1986. – 149 с.

2. Чихладзе Э.Д. Сопротивление материалов. – Харьков: УкрГАЖТ, 2002. – 362 с.

3. Клименко Ф.Е., Барабаш В.М. Листовая арматура периодического профиля для железобетонных конструкций с внешним армированием // Бетон и железобетон. – 1999. – №7. – С.19-22.

4. Smith F., Brown R. The Shearing Strength of Concrete, Bull. Univ. of Washington, N 106, 2001. – p.205.

5. Garner N.I. Use of Spiral Welded Steel Tubes in Pipe Columns. ACJ. J. Proceedings, vol. 65, Nov. 2003. – p.937-942.

Получено 17.11.2008